BASIC PLC
Programmable Logic Controller

Dr.Abdelazeem A. Esmail

Lecturer – Faculty of Tec. Ind. & Energy

Delta Technological University

2025 / 2026

PLC Course

01

Introduction

Industrial automation , the importance of industrial automation , Benefits of Industrial Automation , Industrial Automation Types , Automation of Manufacturing System , Elements of Automated system , Numbering System, Logic GateI/O Port , Memory, Microprocessor, Microcontroller/DSP, PLC/DDC

02

PLC H/W

What and Why?, PLC Construction, Memory, I/O modules, Special Modules, PLC Type

03

PLC S/W

PLC Programming
Ladder
Instruction list
Function chart

04

Control Problem

classification and Examples on
1-Interlock Control Problems
2-Sequential Control Problems 3-Random Control Problem

01

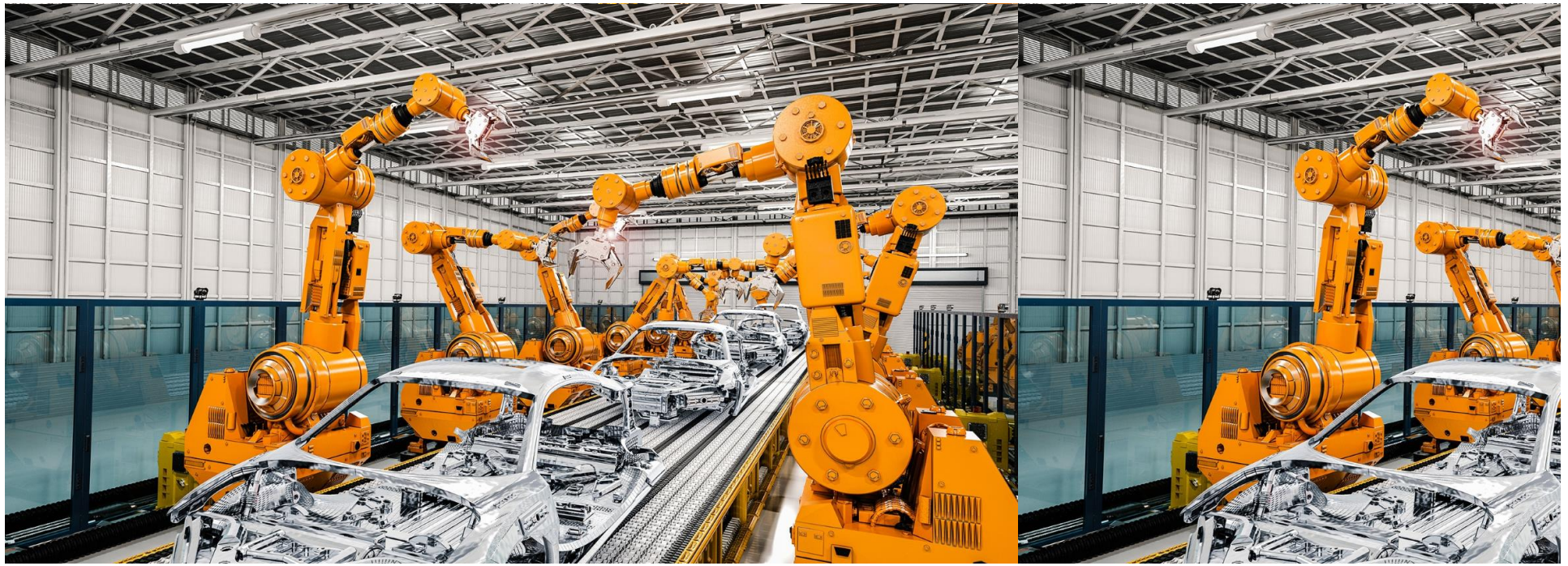
Introduction

Industrial automation , the importance of industrial automation , Benefits of Industrial Automation , Industrial Automation Types , Automation of Manufacturing System , Elements of Automated system , Numbering System, Logic GateI/O Port , Memory, Microprocessor, Microcontroller/DSP, PLC/DDC

Industrial automation

is a set of technologies that uses control systems and devices, such as computer software and robotics, to enable automatic operation of industrial processes and machinery without the need for human operators

هي مجموعة من التقنيات التي تستخدم أنظمة وأجهزة التحكم، مثل برامج الكمبيوتر والروبوتات، لتمكين التشغيل التلقائي للعمليات الصناعية والآلات دون الحاجة إلى بشر



the importance of industrial automation

Increased Efficiency And Productivity 1-

Automation reduces manual labor and streamlines the industrial process, leading to higher production efficiency.

1- زيادة الكفاءة والإنتاجية

تعمل الأتمتة على تقليل العمل اليدوي وتبسيط العملية الصناعية، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة الإنتاج.

Improved Product Quality 2-

Automation technology eliminates the risk of human error and variations in industrial processes.

2-تحسين جودة المنتج

- تعمل تقنية الأتمتة على الحد من مخاطر الخطأ البشري والاختلافات في العمليات الصناعية.

3- Enhanced Workplace Safety

Industrial automation reduces workers' exposure to hazardous or physically demanding tasks.

٣- تعزيز السلامة في مكان العمل

تعمل الأتمتة الصناعية على تقليل تعرض العمال للمهام الخطرة أو التي تتطلب مجهودًا بدنيًا.

4- Increased Production Capacity And Flexibility

Automation enables industries to scale their production capacity, automation provides greater flexibility by enabling quick reconfiguration and change of production lines to accommodate product variations.

4- زيادة القدرة الإنتاجية والمرونة

تتيح الأتمتة للصناعات توسيع نطاق قدرتها الإنتاجية، كما توفر مرونة أكبر من خلال تمكين إعادة التكوين السريع وتغيير خطوط الإنتاج لاستيعاب تغيرات المنتجات.

5 - Data-Driven Decision Making

Industrial automation generates vast amounts of data related to production processes, equipment performance, and quality metrics.

٥ - اتخاذ القرارات بناءً على البيانات

تُنتج الأتمتة الصناعية كميات هائلة من البيانات المتعلقة بعمليات الإنتاج، وأداء المعدات، ومقاييس الجودة.

6 - Technological Advancements And Company Innovation

Automation encourages technological advancement and innovation within the manufacturing industry.

٦ - التقدم التكنولوجي والابتكار في الشركات

تشجع الأتمتة التقدم التكنولوجي والابتكار في قطاع التصنيع.

7 - Skilled Workforce Development

While an automation solution may replace specific manual tasks, it also creates new opportunities for workers to develop their skills.

7 - تطوير القوى العاملة الماهرة

في حين أن حلول الأتمتة قد تحل محل مهام يدوية محددة، إلا أنها تخلق أيضًا فرصًا جديدة للعاملين لتطوير مهاراتهم.

Benefits of Industrial Automation

1. Enhance Safety

Workplace safety is an important issue for the protection of your employees, suppliers and customers.

2. Save Time

Often, industrial automation technology allows production lines and other facility processes to run more efficiently and reliably. .

3. Boost Quality Production

Producing your products more quickly means nothing if you introduce errors or quality issues into your process.

فوائد الأتمتة الصناعية

1. تعزيز السلامة

تُعد سلامة مكان العمل أمرًا بالغ الأهمية لحماية موظفيك ومورديك وعملائك.

2. توفير الوقت

في كثير من الأحيان، تُمكّن تقنية الأتمتة الصناعية خطوط الإنتاج وعمليات المنشأة الأخرى من العمل بكفاءة وموثوقية أكبر.

3. تعزيز جودة الإنتاج

لا معنى لإنتاج منتجاتك بسرعة أكبر إذا واجهت أخطاءً أو مشاكل في الجودة

4. Reduce Monitoring

Industrial automation is a much more efficient way to monitor assets and equipment.

5. Lower Costs

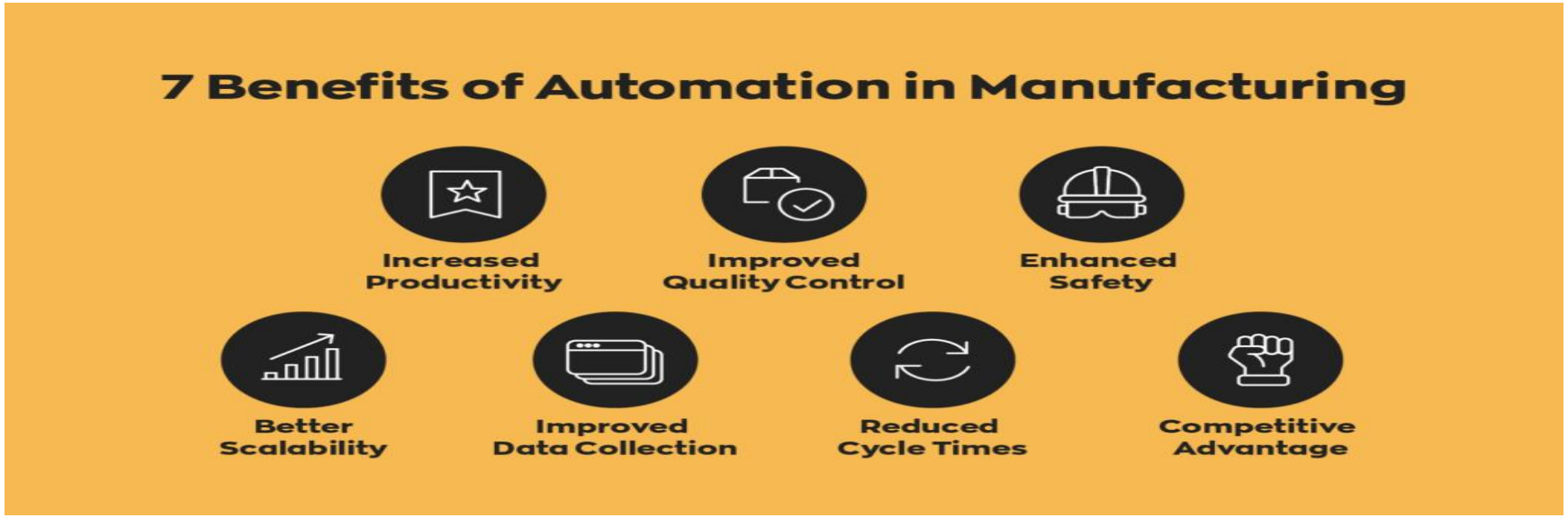
When industrial automation reduces emergency maintenance requests and downtime, it will reduce the costs for your organization.

٤. تقليل المراقبة

تُعد الأتمتة الصناعية وسيلة أكثر فعالية لمراقبة الأصول والمعدات.

٥. خفض التكاليف

عندما تُقلل الأتمتة الصناعية من طلبات الصيانة الطارئة ووقت التوقف، فإنها تُقلل من تكاليف مؤسستك.



Industrial Automation Types

1 - Soft Automation

Soft automation involves entering new code on systems you own. These are almost always controlled by computers and are useful when the result changes frequently. For example, CNC machines must be programmed for each new job. Once the operator programs the code, the machine then produces the part.

Soft Automation تتضمن

إدخال أكواد جديدة على الأنظمة التي تملكها. تُدار هذه الأنظمة غالبًا بواسطة أجهزة الكمبيوتر، وهي مفيدة عند تغير النتائج باستمرار. على سبيل المثال، يجب برمجة ماكينات CNC لكل مهمة جديدة. بمجرد أن يُبرمج المُشغّل الكود، تُنتج الماكينة القطعة المطلوبة.

2 - Hard Automation

Requiring special equipment, hard automation is fixed and is very difficult to change once production begins. The equipment is programmed with an essentially permanent set of tasks. This type of industrial automation is popular in continuous flow processes, such as mass production and conveyors.

تتطلبHard Automation

معدات خاصة، وهي ثابتة ويصعب تغييرها بعد بدء الإنتاج. تُبرمج المعدات بمجموعة مهام ثابتة تقريبًا. هذا النوع من الأتمتة الصناعية شائع في عمليات التدفق المستمر، مثل الإنتاج الضخم والناقلات.

3 - Programmed Automation

This type of industrial automation requires a set of programs or configurations that can be set with electronic controls. Although it is more flexible than hard automation, programmed automation is still time-consuming and best used on high quantity production lines for large batch production.

٣ - الأتمتة المبرمجة

يتطلب هذا النوع من الأتمتة الصناعية مجموعة من البرامج أو التكوينات التي يمكن ضبطها باستخدام أدوات تحكم إلكترونية. ورغم أنها أكثر مرونة من الأتمتة التقليدية، إلا أنها لا تزال تستغرق وقتًا طويلاً، ويُفضل استخدامها في خطوط الإنتاج عالية الكميات لإنتاج دفعات كبيرة.

4 - Integrated Automation

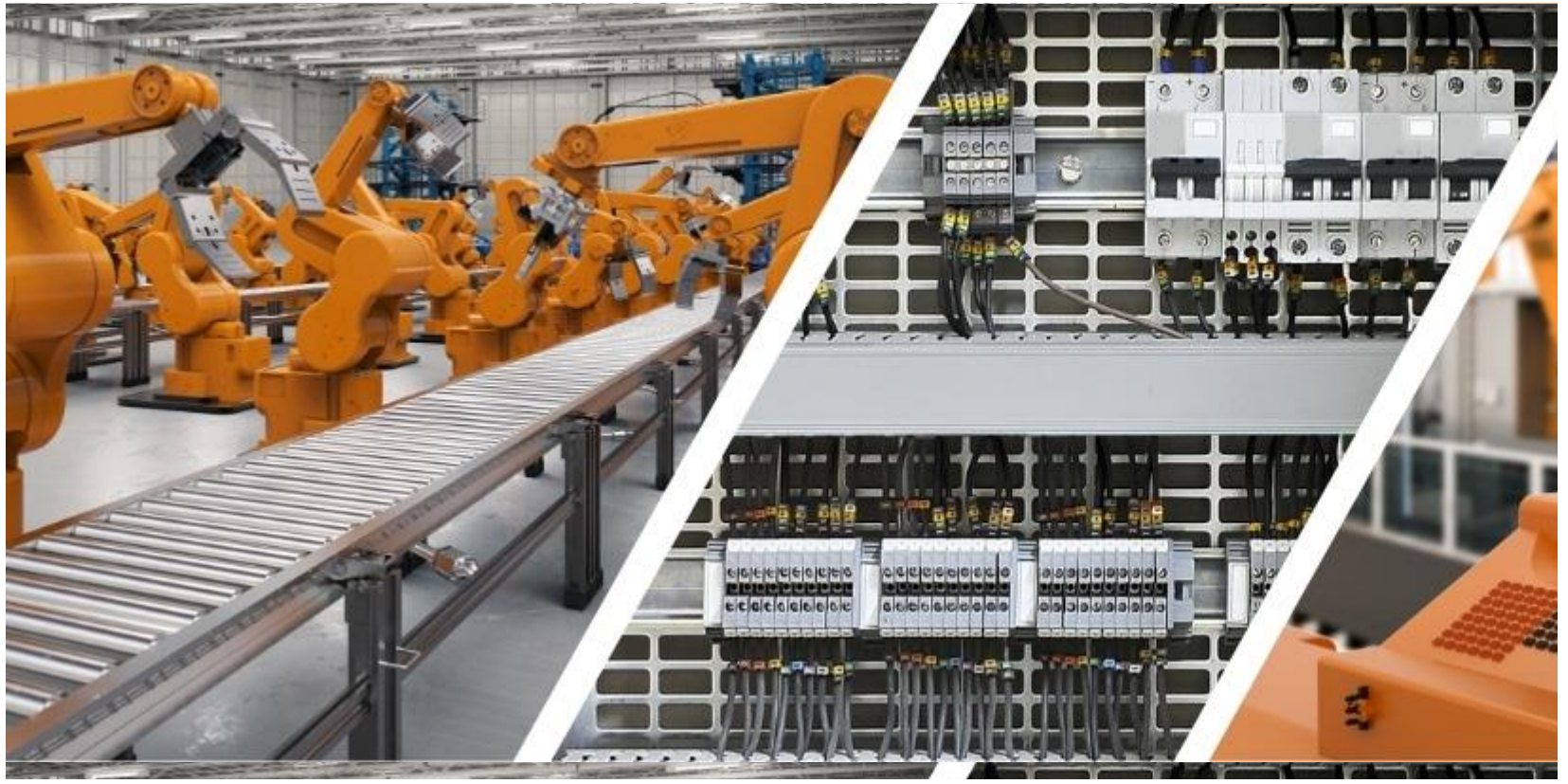
An integrated automation system pulls together stand-alone machines, data, and processes to work together following a single control system. For example, computer-aided design, computer-controlled machines, robots, and conveyors may all be integrated to complete a larger task, following commands of a scheduling control system.

٤ - الأتمتة المتكاملة

يجمع نظام الأتمتة المتكاملة الآلات والبيانات والعمليات المستقلة للعمل معًا وفقًا لنظام تحكم واحد. على سبيل المثال، يمكن دمج التصميم بمساعدة الحاسوب، والآلات التي يتحكم بها الحاسوب، والروبوتات، والناقلات، لإنجاز مهمة أكبر، باتباع أوامر نظام التحكم في الجدولة.

Automation of Manufacturing System

- **Automated manufacturing systems can be classified into three basic types:**
  - **Fixed Automation**
  - **Programmable Automation**
  - **Flexible Automation**



Fixed Automation

A manufacturing system in which the sequence of processing (or assembly) operations is fixed by the equipment configuration

Typical features:

- **Fixed automation is suitable for products thatare produced in very large quantities and athigh production rates.**
- **Example of fixed automation includemachining transfer lines and automated assembly machines.**

الأتمتة الثابتة

نظام تصنيع يُحدد فيه تسلسل عمليات المعالجة (أو التجميع) من خلال تكوين المعدات.

الميزات النموذجية:

- **تُناسب الأتمتة الثابتة المنتجات التي تُنتج بكميات كبيرة وبمعدلات إنتاج عالية.**
- **من أمثلة الأتمتة الثابتة خطوط نقل التصنيع وآلات التجميع الآلية.**

Programmable Automation

A manufacturing system designed with the capability to change the sequence of operations to accommodate different product configurations

Typical features:

- **Lower production rates than fixed automation**
- **Flexibility to deal with variations and changes in product configuration**
- **Programmable automated production systems are used in low and medium volume production**
- **Examples of programmable automation include numerically controlled (NC) machine tools, industrial robots and programmable logic controllers.**

الأتمتة القابلة للبرمجة

نظام تصنيع مصمم لتغيير تسلسل العمليات لاستيعاب تكوينات مختلفة للمنتجات.

الميزات النموذجية:

- **معدلات إنتاج أقل من الأتمتة الثابتة.**
- **مرونة في التعامل مع الاختلافات والتغييرات في تكوين المنتج.**
- **تُستخدم أنظمة الإنتاج الآلية القابلة للبرمجة في الإنتاج منخفض ومتوسط الحجم.**
- **من أمثلة الأتمتة القابلة للبرمجة: أدوات الآلة ذات التحكم الرقمي (NC)، والروبوتات الصناعية، ووحدات التحكم المنطقية القابلة للبرمجة.**

Flexible Automation

An extension of programmable automation in which the system is capable of changing over from one job to the next with no lost time between jobs.

Typical features:

- **Continuous production of variable mixes of products**
- **Medium production rates**
- **Flexibility to deal with soft product variety**

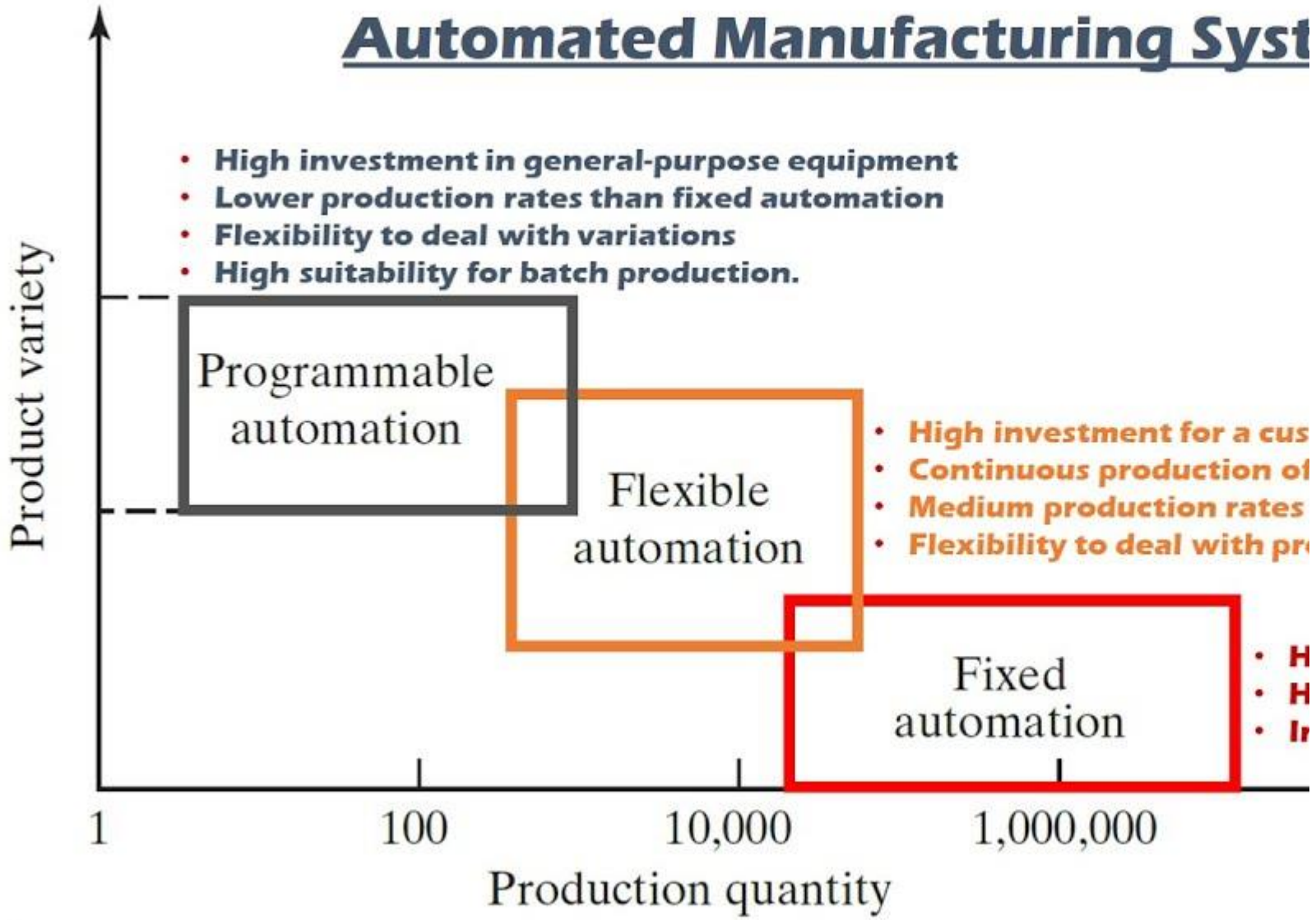
الأتمتة المرنة

امتداد للأتمتة القابلة للبرمجة، حيث يستطيع النظام الانتقال من مهمة إلى أخرى دون أي ضياع للوقت.

الميزات النموذجية:

- **إنتاج مستمر لمزيجات متنوعة من المنتجات**
- **معدلات إنتاج متوسطة**
- **مرونة في التعامل مع تنوع المنتجات غير التقليدية**

Automation in Productio



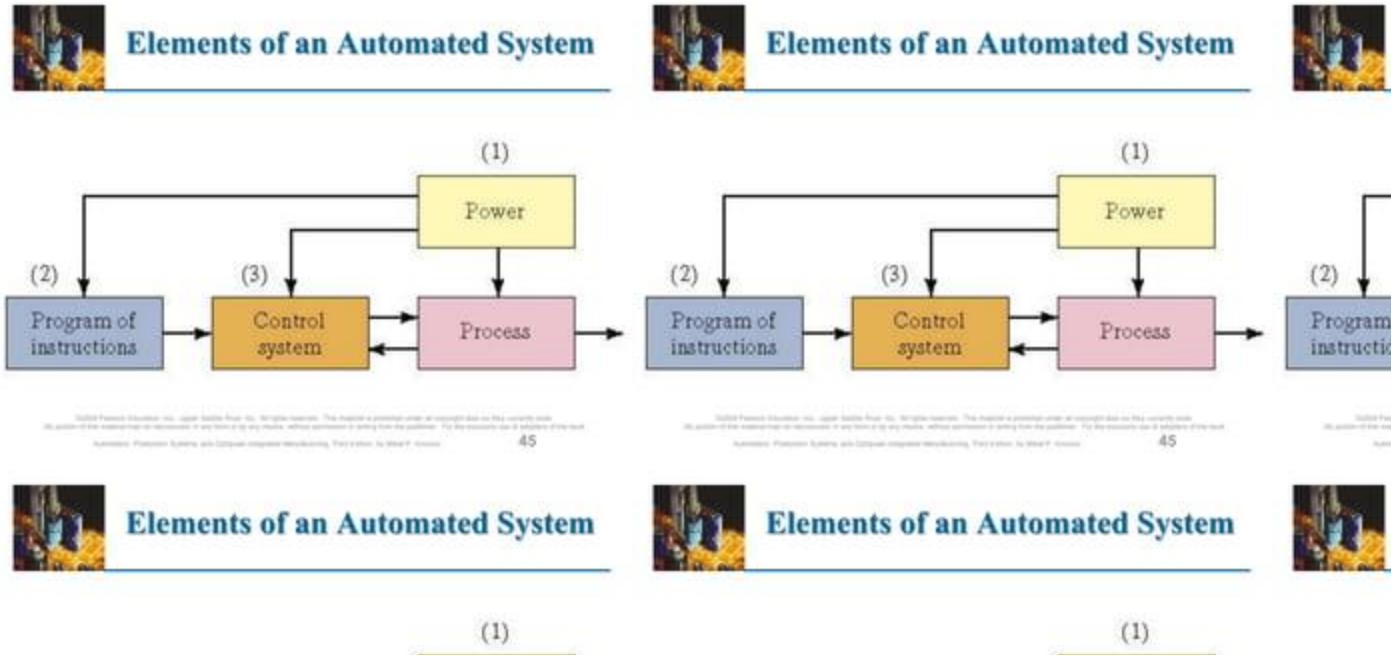
Eelements of Automated system

An automated system consists of three basic elements:

(1) *power* to accomplish the process and operate the system.

(2) a *program of instructions* to direct the process

(3) a *control system to* actuate the instructions.



(1) Power to accomplish the automated process

Power is required in automation for the followings:

- Processing operations

- Material transport between operations

- Controller unit

- Power to actuate the control signals

- Data acquisition and information processing

تتطلب الأتمتة الطاقة لما يلي:

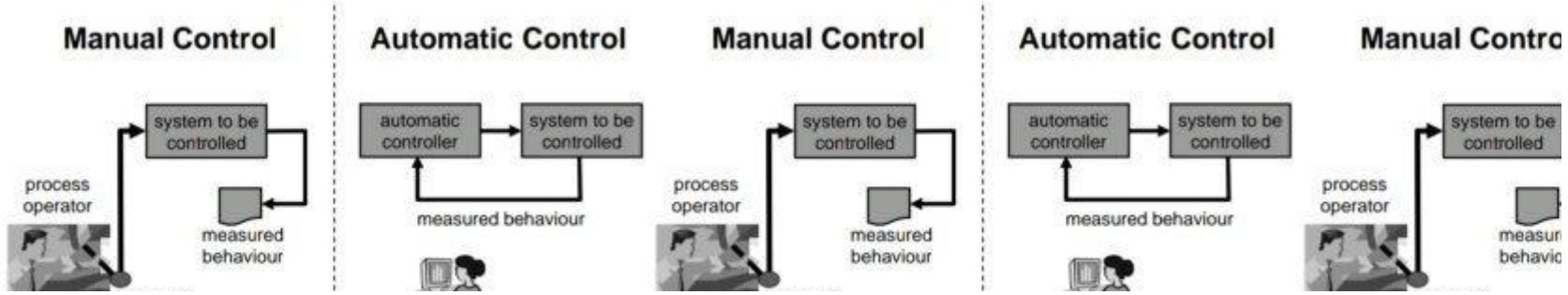
- عمليات المعالجة

- نقل المواد بين العمليات

- وحدة التحكم

- الطاقة لتشغيل إشارات التحكم

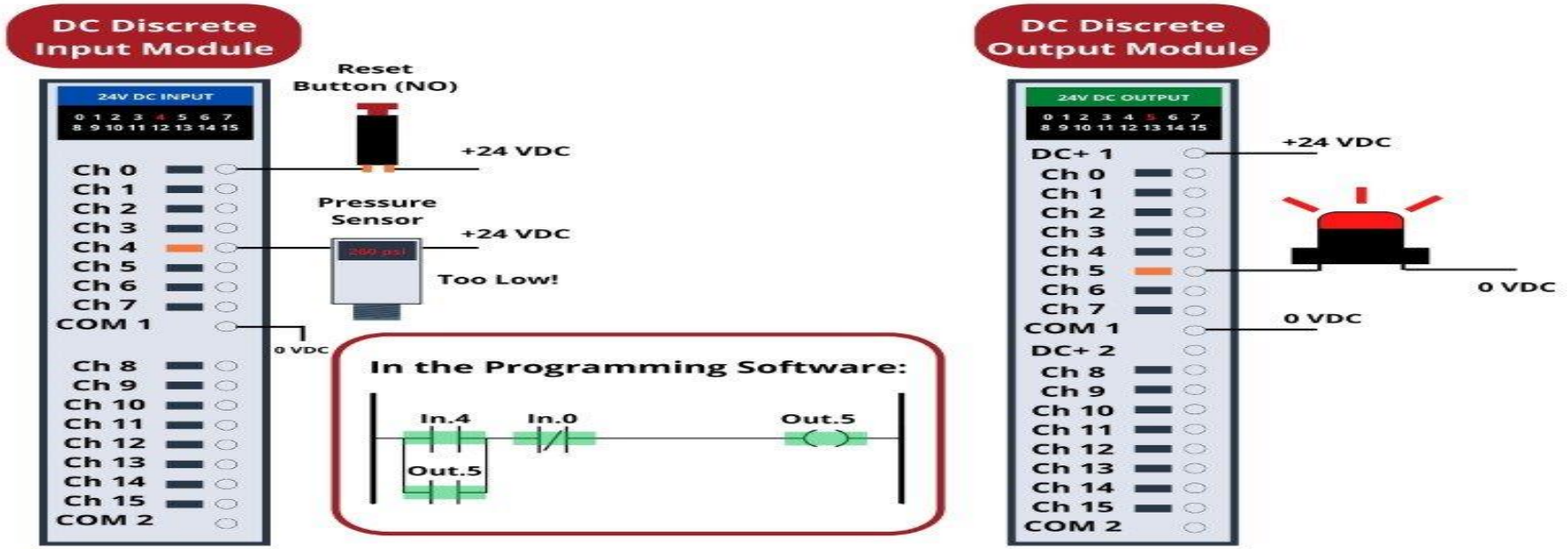
- جمع البيانات ومعالجة المعلومات



(2) Program of Instructions

The actions performed in an automated process are defined by a program of instructions.
Each part or product style made in the operation requires one or more processing steps that are unique to that style, These processing steps are performed during a work cycle.

تُحدَّد الإجراءات المُنفَّذة في عملية آلية من خلال برنامج تعليمات. يتطلب كل جزء أو نمط منتج مُصنَّع في العملية خطوة معالجة واحدة أو أكثر خاصة بذلك النمط، وتُنفَّذ هذه الخطوات خلال دورة عمل.



(3) Control System

The control element of the automated system executes the program of instructions. The control system causes the process to accomplish its defined function which is to carry outsome manufacturing operation. The controls in an automated system can be either closed loop or open loop

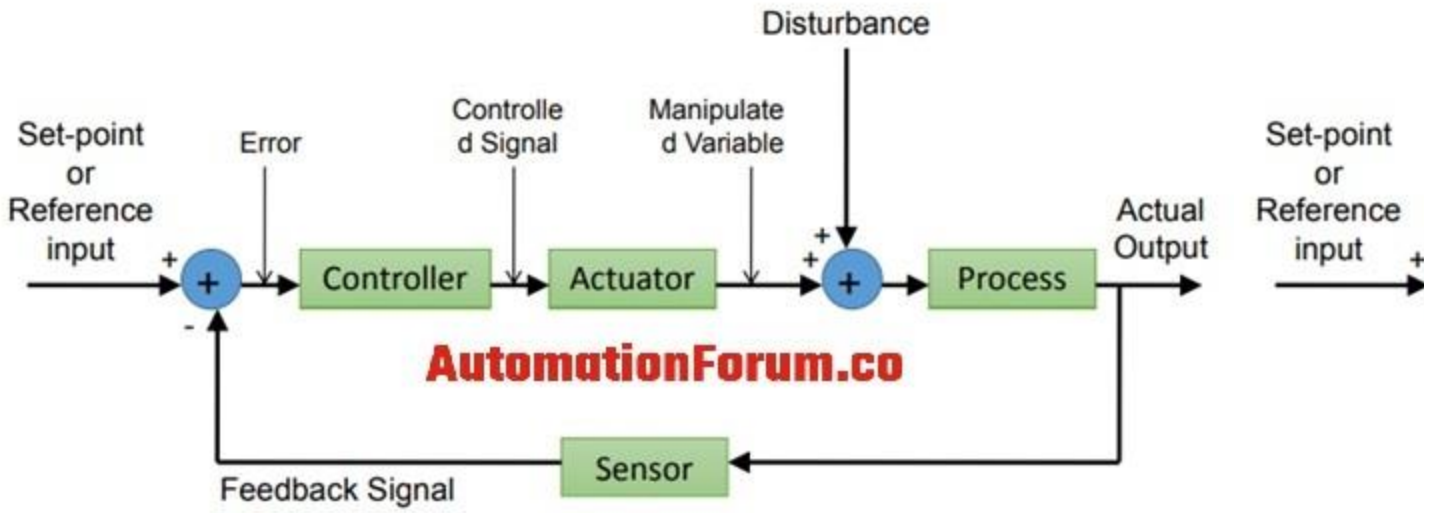
open loop

One type of control system in which the output has no influence or effect on the control action of the input signal

ويُمكّن نظام التحكم العملية. ينفّذ عنصر التحكم في النظام الآلي برنامج التعليمات يمكن أن تكون. من إنجاز وظيفتها المحددة، وهي تنفيذ بعض عمليات التصنيع عناصر التحكم في النظام الآلي إما حلقة مغلقة أو حلقة مفتوحة.

closed loop

A *closed loop control system,* also known as a *feedback control system* is one in
which the output variable is compared with an input parameter, and any difference between
the two is used to drive the output into agreement with the input.
As shown in Figure



Numbering System

decimal System

2 1 0

Base 10 10 10

X	Y	Z

Different States: 0-9

Base: 10

$x * 10^2 + y * 10^1 + z * 10^0$

1	2	4

$1 * 10^2 + 2 * 10^1 + 4 * 10^0$

= 124

Binary System

2 1 0

2 2 2

X	Y	Z

0,1

2

$x * 2^2 + y * 2^1 + z * 2^0$

1	0	1

$1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0$

= 5

Octal System

2 1 0

8 8 8

X	Y	Z

0-7

8

$x * 8^2 + y * 8^1 + z * 8^0$

1	2	4

$1 * 8^2 + 2 * 8^1 + 4 * 8^0$

= 84

Hexa-decimal System

2 1 0

16 16 16

X	Y	Z

0-9, A-F

16

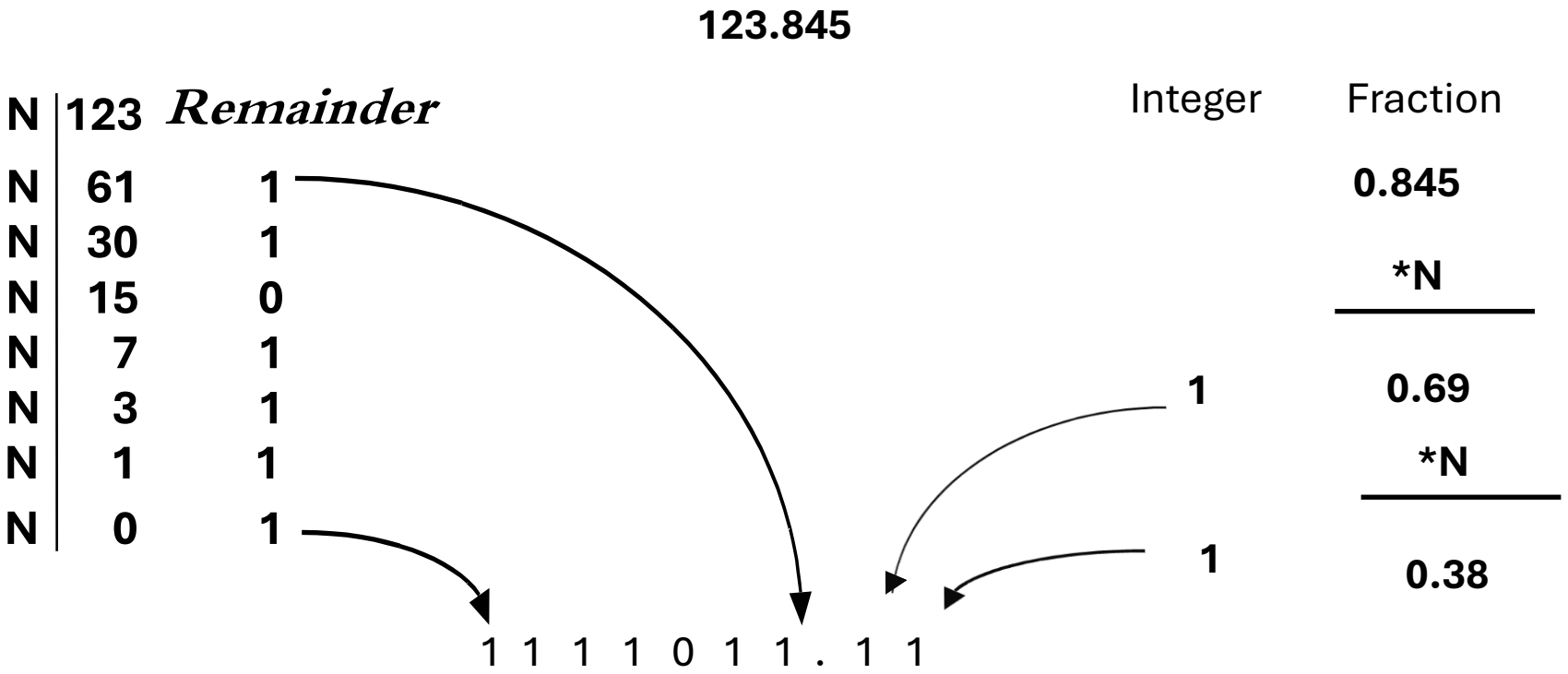
$x * 16^2 + y * 16^1 + z * 16^0$

1	2	4

$1 * 16^2 + 2 * 16^1 + 4 * 16^0$

= 292

Conversion from Decimal to Base N



Ex 1

Convert from decimal to binary **123**

		Remainder
2	123	
2	61	1
2	30	1
2	15	0
2	7	1
2	3	1
2	1	1
2	0	1

1 1 1 1 0 1 1

Ex 2

Convert from binary to decimal **10000010**

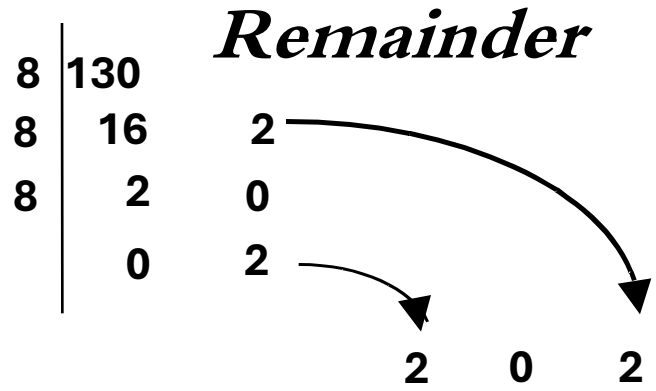
1	0	0	0	0	0	1	0

1*2^7+ 0*2^6+ 0*2^5+ 0*2^4+ 0*2^3+ 0*2^2+ 1*2^1+0*2^0

=128+2=130

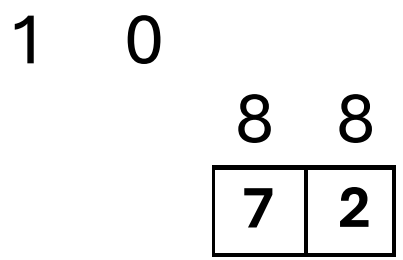
Ex 3

Convert from decimal to Octal **130**



Ex 4

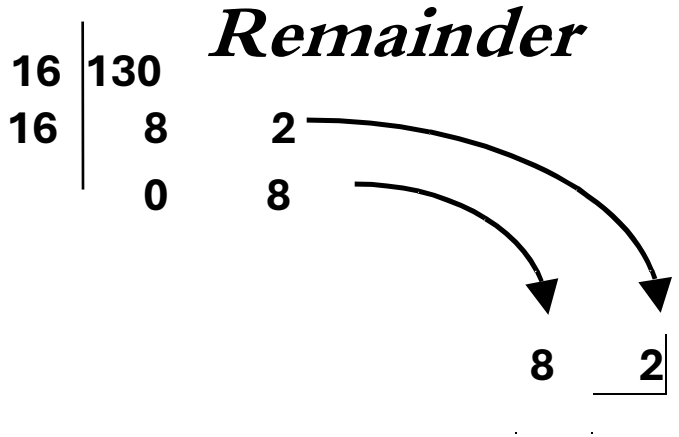
Convert from Octal to decimal **72**



7**8^1+2*8^0 = 58

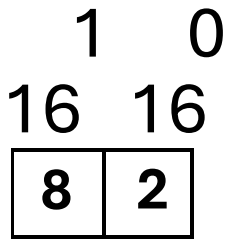
Ex 5

Convert from decimal to Hexa decimal **130**



Ex 6

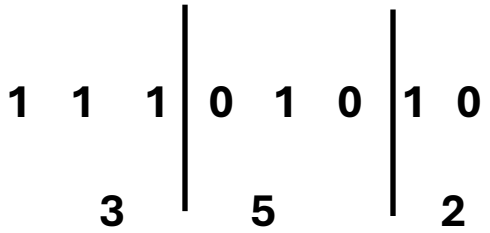
Convert from Hexa decimal to decimal **82**



8*16^1+2*16^0 = 130

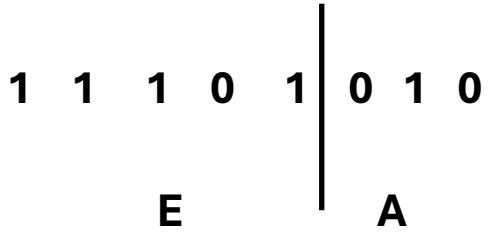
Ex 7

Convert from binary to Octal **11101010**



Ex 8

Convert from binary to Hexa daecimal **11101010**



Logic gate

Definition

- A **gate** is a device that performs a basic operation on electrical signals
- Gates are combined into **circuits** to perform more complicated tasks
- describing the behavior of gates and circuits by
  - Boolean expressions
  - logic diagrams
  - truth tables

Logic gate

Gates

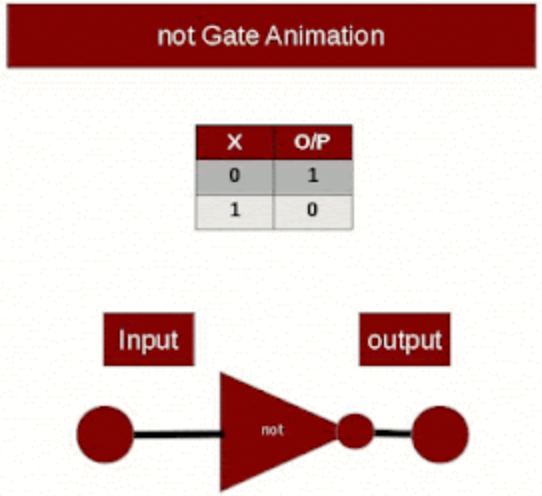
types of gates

- NOT
- BUFFER
- AND
- OR
- XOR
- NAND
- NOR

Logic gate

NOT Gate

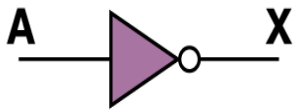
A NOT gate accepts one input signal (0 or 1) and returns the opposite signal as output



Boolean Expression

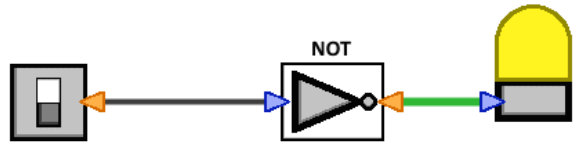
$X = A'$

Logic Diagram Symbol



Truth Table

A	X
0	1
1	0



Logic gate

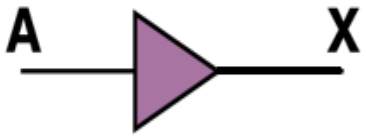
BUFFER Gate

A NOT gate accepts one input signal (0 or 1) and returns the signal as output

Boolean Expression

$X = A$

Logic Diagram Symbol

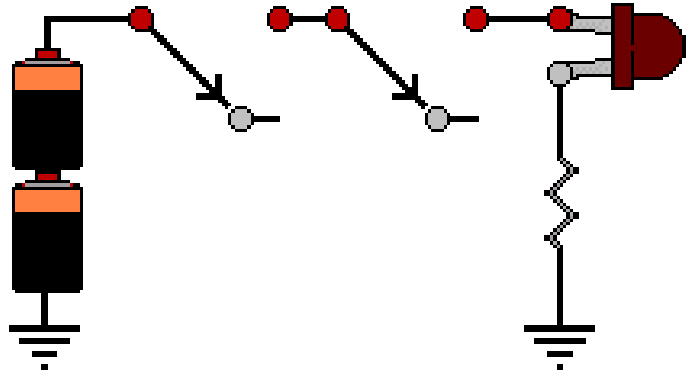


Truth Table

A	X
0	0
1	1

Logic gate

AND Gate



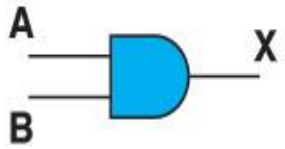
An AND gate accepts two input signals

If both are 1, the output is 1; otherwise, the output is 0

Boolean Expression

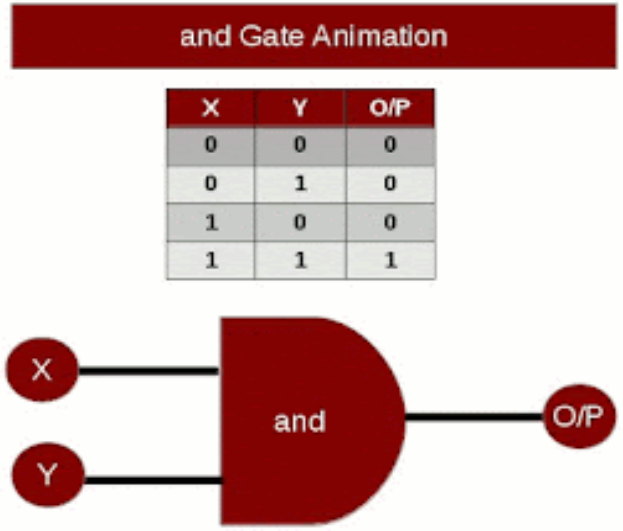
$X = A \cdot B$

Logic Diagram Symbol



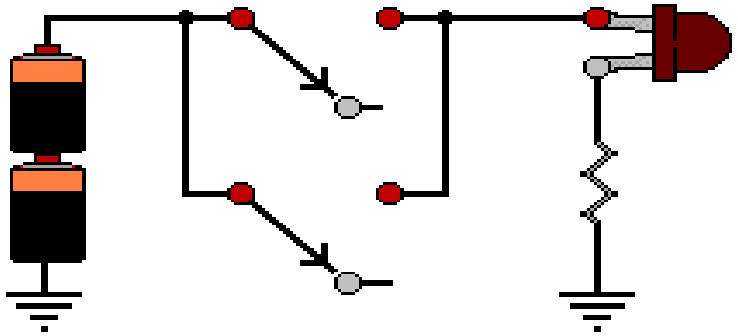
Truth Table

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Logic gate

OR Gate



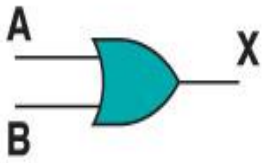
An OR gate accepts two input signals

If both are 0, the output is 0; otherwise, the output is 1

Boolean Expression

$X = A + B$

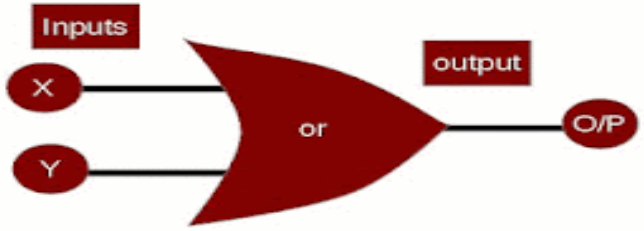
Logic Diagram Symbol



Truth Table

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

X	Y	O/P
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



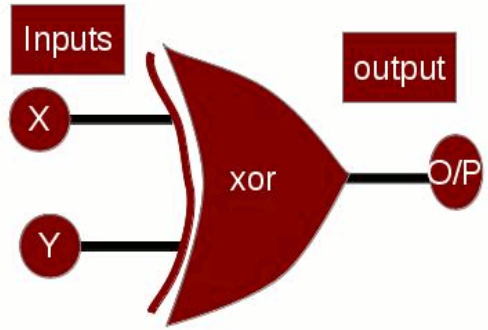
XOR Gate

xor Gate Animation

X	Y	O/P
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

An XOR gate accepts two input signals

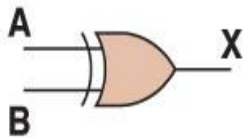
If both are the same, the output is 0; otherwise, the output is 1



Boolean Expression

$X = A \oplus B$

Logic Diagram Symbol



Truth Table

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR Gate

Note the difference between the XOR gate and the OR gate; they differ only in one input situation

When both input signals are 1, the OR gate produces a 1 and the XOR produces a 0

XOR is called the *exclusive OR*

Logic gate

NAND Gate

nand Gate Animation

X	Y	O/P
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

The NAND gate accepts two input signals

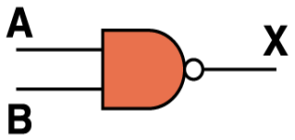
If both are 1, the output is 0; otherwise,

the output is 1

Boolean Expression

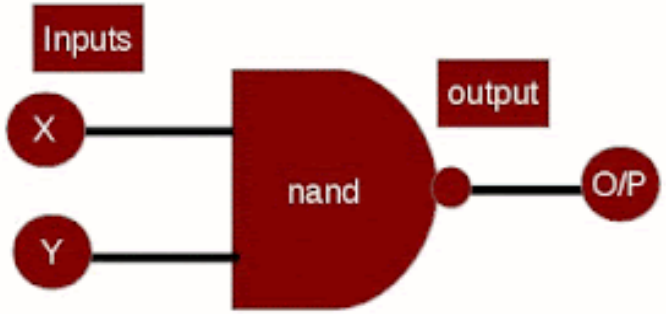
$X = (A \cdot B)'$

Logic Diagram Symbol



Truth Table

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Logic gate

NOR Gate

nor Gate Animation

X	Y	O/P
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

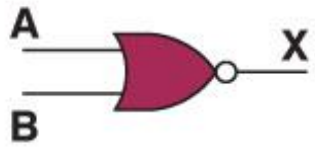
The NOR gate accepts two input signals

If both are 0, the output is 1; otherwise, the output is 0

Boolean Expression

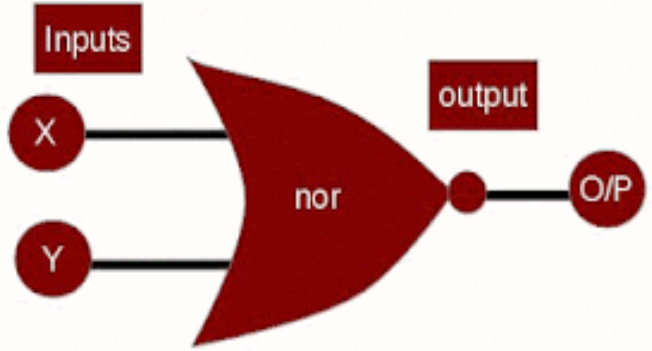
$X = (A + B)'$

Logic Diagram Symbol

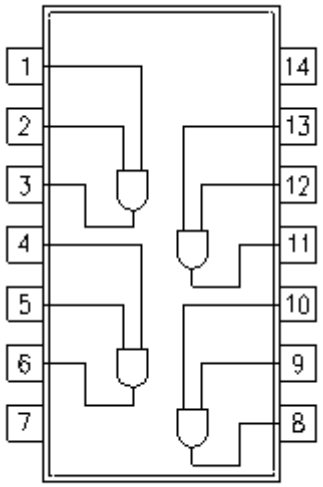


Truth Table

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

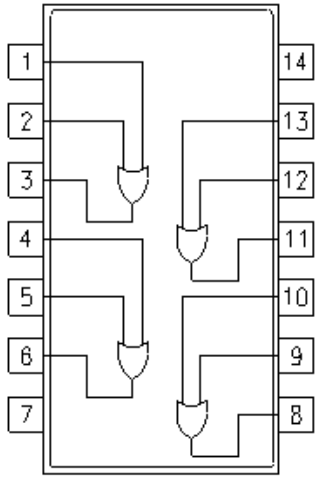


TTL IC's



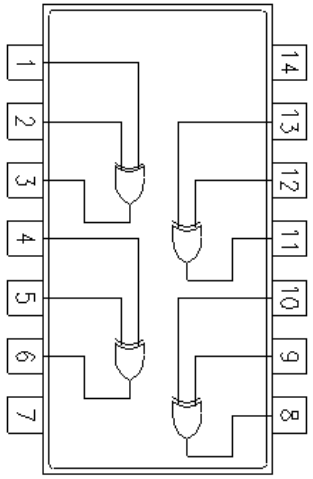
7408

AND



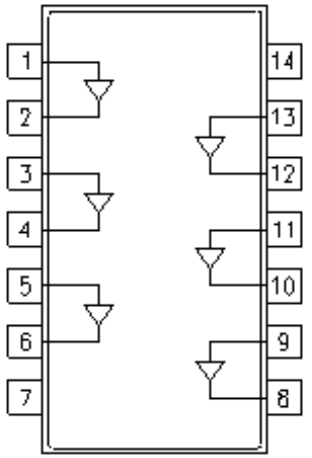
7432

OR



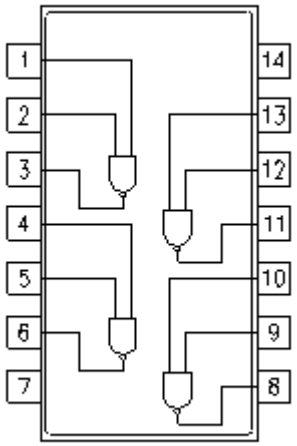
7486

XOR



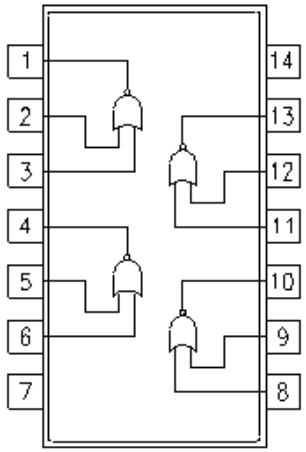
7407

Buffer



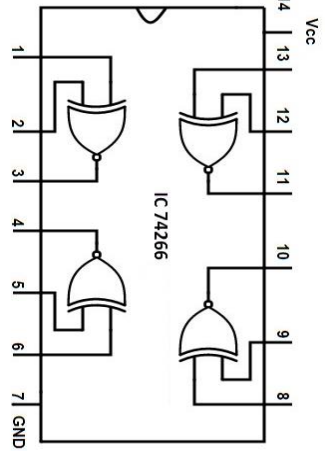
7400

NAND



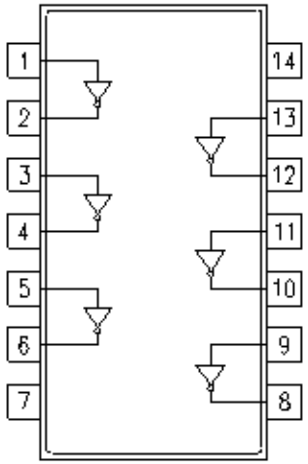
7402

NOR



74266

XNOR



7406

NOT